

XXII. *On the Tides of the Arctic Seas.*

By the Rev. SAMUEL HAUGHTON, M.D., F.R.S., Fellow of Trinity College, Dublin.

Part III. *On the Semidiurnal Tides of Frederiksdal, near Cape Farewell, in Greenland.*

Received April 12,—Read April 26, 1866.

I AM indebted, for the opportunity of laying the following observations and their discussion before the Royal Society, to the kindness and courtesy of Chamberlain General Adjutant IRMINGER, of the Royal Danish Navy, who undertook (in 1862) to have Tidal observations made by the Missionaries and Government officers at certain stations on the coast of Greenland, for the purpose of completing the observations, on the Tides of the Arctic Seas, made by several officers of Her Majesty's Navy during the search for Sir JOHN FRANKLIN; some of which I have already laid before the Society, in Parts I. and II. of these papers; of others I hope to be able to complete the discussion, and to forward them in due course to the Royal Society.

The observations recorded and discussed in the present paper were made in 1863–64, at Frederiksdal, near Cape Farewell, by Missionary ASBOE, to whom and to Admiral IRMINGER I beg leave to return my warmest thanks for their uniform courtesy and attention to a request proceeding from a total stranger.

Frederiksdal is situated in the South of Greenland, about 37 miles W. and by N. from Cape Farewell, and is the nearest station to this Cape at which tidal observations can be made. It is in lat. 60° N., and long. 45° W. from Greenwich.

The observations were made on one High and one Low water each day, from August 1863 to August 1864, with occasional interruptions caused by ice and by more pressing public duties. They have proved to be abundantly sufficient for the determination of the laws of the Semidiurnal Tides, and of the important inferences deducible from them.

My first step in the discussion was to form the following Tables, which contain the materials used subsequently in the paper.

TABLE I.—Semidiurnal Maximum Spring Ranges of the Tide at Frederiksdal in 1863–64, with the Hour-Angles of the Sun and Moon, on the days on which the Maximum Ranges occurred.

No.	Date.	Sun's Hour-Angle.	Moon's Hour-Angle.	Range.	Difference.
		h m	h m	ft.	ft.
1	1863. Aug. 30.	7 0	3 1	8·8	
2	„ Sept. 17.	9 12	2 53	8·7	0·1
3	„ Sept. 29.	7 13	2 53	10·1	1·4
4	„ Oct. 15.	8 0	2 51	9·5	0·6
5	„ Nov. 28.	8 0	2 54	8·5	
6	„ Dec. 13.	8 32	2 52	9·6	1·1
7	„ Dec. 28.	8 12	2 52	9·4	0·2
8	1864. Jan. 12.	9 5	2 52	10·0	0·6
9	„ Feb. 25.	7 55	3 5	10·3	
10	„ Mar. 10.	8 8	2 52	10·7	0·4
11	„ Mar. 25.	7 15	2 58	10·3	0·4
12	„ April 8.	7 57	3 9	10·2	0·1
13	„ May 24.	8 15	2 52	10·2	
14	„ June 4.	5 58	2 52	8·8	1·4
15	„ June 20.	6 41	3 31	8·7	0·1
16	„ July 4.	6 25	2 53	8·0	0·7
17	„ July 19.	6 35	3 29	9·0	1·0
18	„ Aug. 3.	6 54	3 8	8·4	0·6
19	„ Aug. 19.	7 15	2 52	9·5	1·1
	Means.....	7 36	2 59	9·40	

TABLE II.—Semidiurnal Minimum Neap Ranges of the Tides at Frederiksdal in 1863–64, with the Hour-Angles of the Sun and Moon, on the days on which the Minimum Ranges occurred.

No.	Date.	Sun's Hour-Angle.	Moon's Hour-Angle.	Range.	Difference.
		h m	h m	ft.	ft.
1	1863. Aug. 23.	12 45	2 29	3·8	
2	„ Sept. 6.	12 48	2 55	3·0	0·8
3	„ Sept. 21.	12 50	1 44	4·4	1·4
4	„ Oct. 5.	12 53	3 31	3·5	0·9
5	„ Oct. 20.	12 40	2 47	5·0	1·5
6	„ Dec. 5.	1 0	2 45	4·3	
7	„ Dec. 21.	3 13	2 45	4·6	0·3
8	1864. Jan. 3.	12 31	2 52	4·7	0·1
9	„ Jan. 18.	2 8	2 52	5·1	0·4
10	„ Mar. 2.	12 40	2 53	5·3	
11	„ Mar. 18.	2 50	2 53	4·3	1·0
12	„ April 1.	1 15	2 44	4·7	0·4
13	„ April 16.	2 11	2 52	3·6	1·1
14	„ May 29.	12 57	3 3	5·6	
15	„ June 12.	12 10	2 55	4·3	1·3
16	„ June 28.	1 16	2 43	4·1	0·2
17	„ July 13.	1 2	2 53	4·6	0·5
18	„ July 28.	1 43	2 47	5·8	1·2
19	„ Aug. 12.	1 36	2 59	5·0	0·8
	Means.....	1 14	2 48	4·51	

The Ranges of Spring and Neap Tides contained in the following Tables, are laid down on the diagram (p. 643), which is intended to show the Parallactic Inequality deducible from the observations. This Inequality may be also found from the columns of differences of Ranges given in Tables I. and II.

It appears, both from the diagram and from the Tables, that the maximum amount of this Inequality, plus and minus, is 1·4 foot.

The expression for the Tidal Range is

$$R = 2S \left(\frac{P}{P_m} \right)^3 \cos^2 \sigma \cos 2(s - i_s) + 2M \left(\frac{p}{p_m} \right)^3 \cos^2 \mu \cos 2(m - i_m), \quad (1)$$

where

S and M are the Solar and Lunar coefficients.

P and p the Solar and Lunar parallax; and P_m, p_m the mean values of the same.

σ, μ , the declinations of Sun and Moon.

s, m , the hour-angles of Sun and Moon.

i_s, i_m , the Solitidal and Lunitidal intervals.

As the Sun's declination may be regarded as constant for a fortnight, and as the Moon's declination only changes sign in that period, it is plain that the differences of successive spring and neap ranges are due altogether to the parallactic inequality.

The Solar and Lunar coefficients are found as follows. When the observations are spread over an entire year, as in the present case, the means of all the spring and neap ranges give the sum and difference of the Lunar and Solar Tides, cleared of parallax and referred to the mean declinations of the Sun and Moon—that is, to their declinations at 45° from the intersection of their orbits with the equinoctial.

Let σ_m and μ_m denote these declinations; then we have

$$\left. \begin{aligned} \sin \sigma_m &= \sin 45^\circ \times \sin 23^\circ 28' = \sin (16^\circ 21') \\ \sin \mu_m &= \sin 45^\circ \times \sin 20^\circ = \sin (14^\circ) \end{aligned} \right\} (2)$$

Using these values of σ_m and μ_m , we obtain from Tables I. and II.

$$2M \cos^2 (14^\circ) + 2S \cos^2 (16^\circ 21') = 9\cdot40 \text{ feet,}$$

$$2M \cos^2 (14^\circ) - 2S \cos^2 (16^\circ 21') = 4\cdot51 \text{ feet,}$$

or

$$\left. \begin{aligned} 4M \cos^2 (14^\circ) &= 13\cdot91 \text{ feet,} \\ 4S \cos^2 (16^\circ 21') &= 4\cdot89 \text{ feet.} \end{aligned} \right\} (3)$$

From which we obtain, finally,

$$M = 3\cdot693 \text{ feet} (I.)$$

$$S = 1\cdot328 \text{ feet} (II.)$$

The Lunitidal and Solitidal Intervals are found from the means of the hour-angles given in Tables I. and II., and are

	h m
Lunitidal interval at Springs	2 59
Lunitidal interval at Neaps	2 48
Mean	<u>2 53½</u>
4 T 2	

Substituting for 2S and 2M their values 1328 and 3693, we find

$$1328(13\cdot648-k)=0\cdot47288\times3693(12\cdot778-k),$$

or

$$k=\frac{22315-18124}{1746-1328}=10\cdot03 \text{ miles.} \quad \dots \quad \text{(VII.)}$$

4. *Depth of the Sea deduced from Times.*

The depth of the sea derivable from the retardation of times caused by friction, is given by the equation

$$\frac{\text{Lunitidal Acceleration}}{\text{Solitidal Acceleration}} = \frac{13\cdot815-4k}{12\cdot938-4k} \quad \dots \quad \text{(6)}$$

But, from (III.) and (IV.), we have

$$\begin{aligned} \text{Lunitidal Acceleration} &= 6 \frac{h}{12} - 2 \frac{h}{53} = +199, \\ \text{Solitidal Acceleration} &= 6 \frac{0}{7} - 2 \frac{m}{25} = -85. \end{aligned}$$

Hence we find

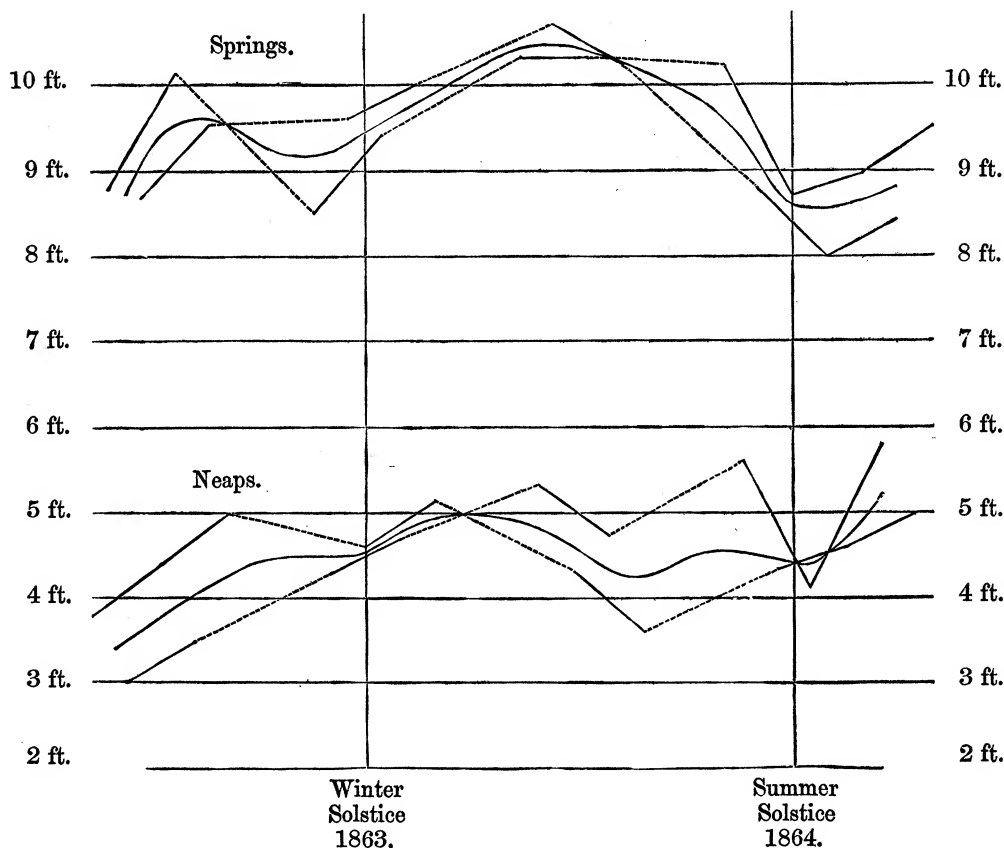
$$-\frac{199}{85} = \frac{13\cdot815-4k}{12\cdot938-4k},$$

and

$$4k = \frac{3748\cdot937}{284} = 13\cdot200 \text{ miles,}$$

$$k = 3\cdot30 \text{ miles,} \quad \dots \quad \text{(VIII.)}$$

Parallactic Inequality at Frederiksdal, 1863-64.



Det nærmeste Sted ved Cap Farvel, hvor Jagttagelser kan foretages.

Datum.	Höivande.		Klokkeslet Formiddag eller Eftermiddag.	Lavvande.		Klokkeslet Formiddag eller Eftermiddag.	Anmærkninger.
	Fod.	Tommer.		Fod.	Tommer.		
1863. Aug. 22.	6	0	Kl. 11.55 Frmd.	over 0		Kl. 6 Eftmd.	Den 14 ^{de} August 1863 da Mærket til Opser- vationen af Havets Falden og Stigen hersteds Elev sat fandtes den laveste Vandstand, der betegne- des med 0, Kl. 11.55 om Formiddagen Sted; se- nere Elev et lavere Mærke nödvendig, og de derpaa anbragte Fod og Tommer gjelder een Gang for alle <i>under</i> 0. Den egentlige Opseration begyndte først den 22 ^{de} August.
23.	5	10	Kl. 12.45 Eftmd.	1 over 0	9	Kl. 6.46 Frmd.	
24.	6	3	Kl. 1.36 Eftmd.	1 over 0	10	Kl. 7.40 Frmd.	
25.	6	9	Kl. 2.25 Eftmd.	1 over 0	10	Kl. 8.50 Frmd.	
26.	7	3	Kl. 3.40 Eftmd.	1 over 0	6	Kl. 9.45 Frmd.	
27.	7	9	Kl. 4.38 Eftmd.	1 0	0	Kl. 10.45 Frmd.	
28.	8	1	Kl. 5.40 Eftmd.	0 under 0	6	Kl. 11.40 Frmd.	
29.	8	3	Kl. 6. 1 Frmd.	0 under 0	1	Kl. 12. 3 Frmd.	
30.	7	9	Kl. 7 Frmd.	0 under 0	8	Kl. 12.56 Eftmd.	
31.	7	8	Kl. 7.40 Frmd.	1 under 0	2	Kl. 1.48 Eftmd.	
Sept. 1.	7	1	Kl. 8.35 Frmd.	1 under 0	1	Kl. 2.38 Eftmd.	
2.	6	9	Kl. 9.20 Frmd.	1 0	0	Kl. 3.29 Eftmd.	
3.	6	6	Kl. 10.12 Frmd.	0 under 0	8	Kl. 4.19 Eftmd.	
4.	6	0	Kl. 11. 5 Frmd.	0 under 0	4	Kl. 5.10 Eftmd.	
5.	5	6	Kl. 11.50 Frmd.	0 over 0	2	Kl. 6 Eftmd.	
6.	5	1	Kl. 12.48 Eftmd.	1 over 0	9	Kl. 6.50 Frmd.	
7.	5	4	Kl. 1.36 Eftmd.	1 over 0	7	Kl. 7.38 Frmd.	
8.	5	5	Kl. 2.20 Eftmd.	1 over 0	10	Kl. 8.25 Frmd.	
9.	5	8	Kl. 3. 5 Eftmd.	1 over 0	5	Kl. 9.10 Frmd.	
10.	6	7	Kl. 3.53 Eftmd.	1 over 0	3	Kl. 9.54 Frmd.	
11.	6	9	Kl. 4.35 Eftmd.	0 over 0	7	Kl. 10.38 Frmd.	
12.	7	0	Kl. 5.16 Eftmd.	0 under 0	0	Kl. 11.21 Frmd.	
13.	7	5	Kl. 6 Frmd.	0 under 0	6	Kl. 12. 5 Eftmd.	
14.	7	2	Kl. 6.45 Frmd.	0 under 0	11	Kl. 12.49 Eftmd.	
15.	7	4	Kl. 7.32 Frmd.	1 under 0	0	Kl. 1.36 Eftmd.	
16.	7	7	Kl. 8.20 Frmd.	1 under 0	6	Kl. 2.25 Eftmd.	
17.	7	6	Kl. 9.12 Frmd.	1 under 0	5	Kl. 3.16 Eftmd.	
18.	7	1	Kl. 10. 5 Frmd.	0 under 0	11	Kl. 4.10 Eftmd.	
19.	6	8	Kl. 10.55 Frmd.	0 0	5	Kl. 5 Eftmd.	
				0 0	0		

These observations
are from Frederiksdal,
in the neighbourhood
of Cape Farewell, in
about 60° latitude and
44½° west of Green-
wich.—C. IRMINGER.

TABLE (continued).

Datum.	Höivande.		Klokkeslet Formiddag eller Eftermiddag.	Lavvande.		Klokkeslet Formiddag eller Eftermiddag.	Anmærkninger.
	Fod.	Tommer.		Fod.	Tommer.		
1863. Sept. 20.	6	2	Kl. 11.55 Frmd.	over 0		Kl. 6. 5 Eftmd.	
21.	5	9	Kl. 12.50 Eftmd.	over 0	6	Kl. 7. 3 Frmd.	Sönden Vind.
22.	6	2	Kl. 1.55 Eftmd.	over 0	8	Kl. 8. 1 Frmd.	Do. Storm.
23.	6	5	Kl. 2.52 Eftmd.	over 0	0	Kl. 8.56 Frmd.	Norden do.
24.	6	10	Kl. 3.45 Eftmd.	over 0	2	Kl. 9.50 Frmd.	Do. do.
25.	7	2	Kl. 4.38 Eftmd.	0	8	Kl. 10.42 Frmd.	Do. no.
26.	7	9	Kl. 5.30 Eftmd.	0	0	Kl. 11.34 Frmd.	Do. do.
27.	7	8	Kl. 5.50 Eftmd.	under 0	8	Kl. 11.57 Frmd.	Do. do.
28.	7	10	Kl. 6.20 Frmd.	under	4	Kl. 12.25 Eftmd.	Do. do.
29.	8	2	Kl. 7.13 Frmd.	under 0	10	Kl. 1.17 Eftmd.	Do. do.
30.	8	0	Kl. 8. 3 Frmd.	1	11	Kl. 2. 8 Eftmd.	Do. do.
Oct. 1.	7	8	Kl. 8.54 Frmd.	0	9	Kl. 3 Eftmd.	Do. do.
2.	7	1	Kl. 9.50 Frmd.	under 0	1	Kl. 3.51 Eftmd.	
3.	6	7	Kl. 10.38 Frmd.	over 0	4	Kl. 4.42 Eftmd.	
4.	5	11	Kl. 11.27 Frmd.	over 0	0	Kl. 5.31 Eftmd.	
5.	5	6	Kl. 12.15 Eftmd.	over 0	6	Kl. 6.19 Frmd.	
6.	6	0	Kl. 1 Eftmd.	over 0	9	Kl. 7. 5 Frmd.	Sönden Storm.
7.	5	6	Kl. 1.54 Eftmd.	over 0	1	Kl. 7.49 Frmd.	
8.	5	8	Kl. 2.40 Eftmd.	over 0	0	Kl. 8.33 Frmd.	
9.	5	10	Kl. 3.12 Eftmd.	over 0	6	Kl. 9.16 Frmd.	
10.	6	5	Kl. 4 Eftmd.	over 0	0	Kl. 10 Frmd.	
11.	7	0	Kl. 4.40 Eftmd.	over 0	9	Kl. 10.44 Frmd.	
12.	7	4	Kl. 5.26 Eftmd.	over 0	3	Kl. 11.31 Frmd.	
13.	7	10	Kl. 6.15 Frmd.	under 0	5	Kl. 12.19 Eftmd.	
14.	8	0	Kl. 7.6 Frmd.	under 0	8	Kl. 1.11 Eftmd.	
15.	8	6	Kl. 8 Frmd.	under 0	10	Kl. 2. 6 Eftmd.	
16.	7	8	Kl. 9 Frmd.	1	0	Kl. 3. 2 Eftmd.	
17.	7	3	Kl. 9.54 Frmd.	under	6	Kl. 4. 1 Eftmd.	
18.	7	2	Kl. 10.50 Frmd.	under 0	2	Kl. 4.59 Eftmd.	

TABLE (continued).

Datum.	Höivande.		Klokkeslet Formiddag eller Eftermiddag.	Lavvande.		Klokkeslet Formiddag eller Eftermiddag.	Anmærkninger.
	Fod.	Tommer.		Fod.	Tommer.		
1863. Oct. 19.	6	8	Kl. 11.48 Frmd.	over 0		Kl. 5.55 Eftmd.	
20.	6	2	Kl. 12.40 Eftmd.	over 0	3	Kl. 6.50 Frmd.	
21.	6	6	Kl. 1.25 Eftmd.	1	9	Kl. 7.30 Frmd.	
Nov. 21.	7	4	Kl. 2.54 Eftmd.	1	0	Kl. 8.59 Frmd.	Sönden Storm.
22.	7	6	Kl. 3.43 Eftmd.	2	0	Kl. 9.48 Frmd.	
23.	7	4	Kl. 4.34 Eftmd.	1	7	Kl. 10.39 Frmd.	
24.	7	6	Kl. 5.26 Eftmd.	1	6	Kl. 11.31 Frmd.	
25.	7	8	Kl. 5.50 Eftmd.	1	5	Kl. 11.50 Frmd.	
26.	8	0	Kl. 6.17 Frmd.	1	0	Kl. 12.22 Eftmd.	
27.	8	2	Kl. 7. 8 Frmd.	over 0		Kl. 1.13 Eftmd.	
28.	8	4	Kl. 8 Frmd.	0	0	Kl. 2. 3 Eftmd.	
29.	8	0	Kl. 8.48 Frmd.	under 2		Kl. 2.51 Eftmd.	
30.	7	10	Kl. 9.32 Frmd.	under 0	4	Kl. 3.37 Eftmd.	Næsten ukjændelig for Fis.
Dec. 1.	7	6	Kl. 10.16 Frmd.	over 0	2	Kl. 4.21 Eftmd.	12-14 Gr. Kuldet.
2.	7	0	Kl. 11 Frmd.	over 0	6	Kl. 5. 4 Eftmd.	Do. do.
3.	6	6	Kl. 11.40 Frmd.	over 0	8	Kl. 5.46 Eftmd.	Do. do.
4.	6	0	Kl. 12.24 Eftmd.	1	2	Kl. 6.29 Frmd.	Do. do.
5.	6	2	Kl. 1. 7 Eftmd.	1	8	Kl. 7.12 Frmd.	
6.	6	8	Kl. 1.55 Eftmd.	1	11	Kl. 7.58 Frmd.	
7.	7	1	Kl. 2.40 Eftmd.	over 0	1	Kl. 8.47 Frmd.	
8.	7	5	Kl. 3.34 Eftmd.	over 0	8	Kl. 9.39 Frmd.	
9.	7	6	Kl. 4.30 Eftmd.	1	0	Kl. 10.35 Frmd.	
10.	7	8	Kl. 5.30 Eftmd.	over 0	4	Kl. 11.35 Frmd.	
11.	7	10	Kl. 6.32 Frmd.	under 0	4	Kl. 12.37 Eftmd.	
12.	8	0	Kl. 7.33 Frmd.	under 0	6	Kl. 1.38 Eftmd.	
13.	8	0	Kl. 8.32 Frmd.	1	0	Kl. 2.37 Eftmd.	
14.	7	6	Kl. 9.28 Frmd.	under 0	0	Kl. 3.34 Eftmd.	
15.	7	2	Kl. 10.22 Frmd.	1	6	Kl. 4.27 Eftmd.	
16.	7	0	Kl. 11.13 Frmd.	under 0	2	Kl. 5.18 Eftmd.	
				1	0		

TABLE (continued).

Datum.	Höivande.		Klokkeslet Formiddag eller Eftermiddag.	Lavvande.		Klokkeslet Formiddag eller Eftermiddag.	Anmærkninger.
	Fod.	Tommer.		Fod.	Tommer.		
Dec. 17.	7	0	Kl. 12 Frmd.	0	under 0 6	Kl. 6. 8 Eftmd.	
18.	6	6	Kl. 12.54 Eftmd.	0	under 0 1	Kl. 6.57 Frmd.	
19.	6	0	Kl. 1.41 Eftmd.	0	over 0 6	Kl. 7.46 Frmd.	
20.	5	10	Kl. 2.30 Eftmd.	0	over 0 10	Kl. 8.35 Frmd.	
21.	6	1	Kl. 3.20 Eftmd.	1	over 0 5	Kl. 9.25 Frmd.	
22.	6	4	Kl. 4.11 Eftmd.	1	over 0 6	Kl. 10.16 Frmd.	
23.	6	8	Kl. 5. 2 Eftmd.	1	over 0 0	Kl. 11. 7 Frmd.	
24.	6	11	Kl. 5.52 Eftmd.	0	over 0 4	Kl. 11.57 Frmd.	
25.	7	6	Kl. 6.35 Frmd.	0	under 0 2	Kl. 12.40 Eftmd.	
26.	8	0	Kl. 6.41 Frmd.	0	under 0 6	Kl. 12.46 Eftmd.	
27.	8	4	Kl. 7.27 Frmd.	0	under 0 8	Kl. 1.32 Eftmd.	
28.	8	5	Kl. 8.12 Frmd.	1	under 0 2	Kl. 2.17 Eftmd.	
29.	7	10	Kl. 9 Frmd.	0	under 0 7	Kl. 3. 5 Eftmd.	
30.	6	3	Kl. 9.41 Frmd.	0	under 0 4	Kl. 3.46 Eftmd.	
31.	5	9	Kl. 10.20 Frmd.	0	over 0 6	Kl. 4.25 Eftmd.	
1864. Jan. 1.	5	4	Kl. 11. 2 Frmd.	0	over 0 2	Kl. 5. 7 Eftmd.	
2.	5	0	Kl. 11.50 Frmd.	0	over 0 3	Kl. 5.51 Eftmd.	
3.	5	5	Kl. 12.31 Eftmd.	0	over 0 2	Kl. 6.36 Frmd.	
4.	5	11	Kl. 1.20 Eftmd.	0	over 0 1	Kl. 7.25 Frmd.	
5.	6	4	Kl. 2.13 Eftmd.	0	under 0 2	Kl. 8.18 Frmd.	
6.	6	10	Kl. 3.10 Eftmd.	0	under 0 5	Kl. 9.15 Frmd.	
7.	7	0	Kl. 4.10 Eftmd.	0	under 0 8	Kl. 10.15 Frmd.	
8.	7	4	Kl. 5.12 Eftmd.	0	under 0 10	Kl. 11.17 Frmd.	
9.	7	8	Kl. 6.14 Frmd.	0	under 0 11	Kl. 12.19 Eftmd.	
10.	8	0	Kl. 7.14 Frmd.	1	under 0 1	Kl. 1.19 Eftmd.	
11.	8	2	Kl. 8.11 Frmd.	1	under 0 3	Kl. 2.16 Eftmd.	
12.	8	4	Kl. 9. 5 Frmd.	1	under 0 8	Kl. 3.10 Eftmd.	
13.	7	8	Kl. 10 Frmd.	1	under 0 6	Kl. 4. 2 Eftmd.	
14.	7	3	Kl. 10.50 Frmd.	1	7	Kl. 4.53 Eftmd.	

TABLE (continued).

Datum.	Höivande.		Klokkeslet Formiddag eller Eftermiddag.	Lavvande.		Klokkeslet Formiddag eller Eftermiddag.	Anmærkninger.
	Fod.	Tommer.		Fod.	Tommer.		
1864. Jan. 15.	7	2	Kl. 11.38 Frmd.	under 0		Kl. 5.43 Eftmd.	
16.	6	8	Kl. 12.34 Eftmd.	1 0		Kl. 6.40 Frmd.	
17.	6	2	Kl. 1.18 Eftmd.	0 6		Kl. 7.23 Frmd.	
18.	5	8	Kl. 2. 8 Eftmd.	0 0		Kl. 8.13 Frmd.	
19.	5	10	Kl. 3 Eftmd.	0 5		Kl. 9. 4 Frmd.	
20.	6	2	Kl. 3.48 Eftmd.	0 10		Kl. 9.53 Frmd.	
21.	6	7	Kl. 4.40 Eftmd.	1 0		Kl. 10.42 Frmd.	
22.	7	0	Kl. 5.24 Eftmd.	0 6		Kl. 11.29 Frmd.	
Feb. 21.	7	0	Kl. 5.35 Eftmd.	0 0		Kl. 11.40 Frmd.	
22.	7	4	Kl. 6.25 Frmd.	0 6		Kl. 12.30 Eftmd.	
23.	7	6	Kl. 6.49 Frmd.	0 10		Kl. 12.50 Eftmd.	
24.	7	11	Kl. 7.15 Frmd.	1 5		Kl. 1.20 Eftmd.	
25.	8	2	Kl. 7.55 Frmd.	1 10		Kl. 2 Eftmd.	
26.	8	0	Kl. 8.40 Frmd.	2 1		Kl. 2.41 Eftmd.	
27.	7	7	Kl. 9.15 Frmd.	1 10		Kl. 3.20 Eftmd.	
28.	7	1	Kl. 10. 3 Frmd.	1 5		Kl. 4. 8 Eftmd.	
29.	6	8	Kl. 10.50 Frmd.	0 11		Kl. 4.55 Eftmd.	
Marts 1.	6	3	Kl. 11.53 Frmd.	0 5		Kl. 5.58 Eftmd.	
2.	5	10	Kl. 12.40 Eftmd.	0 0		Kl. 6.44 Frmd.	
3.	6	0	Kl. 1.37 Eftmd.	0 6		Kl. 7.42 Frmd.	
4.	6	5	Kl. 2.34 Eftmd.	0 2		Kl. 8.40 Frmd.	
5.	6	9	Kl. 3.35 Eftmd.	0 0		Kl. 9.38 Frmd.	
6.	7	2	Kl. 4.30 Eftmd.	0 6		Kl. 10.35 Frmd.	
7.	7	7	Kl. 5.26 Eftmd.	1 0		Kl. 11.31 Frmd.	
8.	7	11	Kl. 6.20 Frmd.	1 5		Kl. 12.25 Eftmd.	
9.	8	2	Kl. 7.15 Frmd.	1 9		Kl. 1.19 Eftmd.	
10.	8	5	Kl. 8. 8 Frmd.	1 11		Kl. 2.13 Eftmd.	
11.	8	6	Kl. 9. 1 Frmd.	2 4		Kl. 3. 6 Eftmd.	
12.	8	0	Kl. 9.54 Frmd.	2 3		Kl. 3.59 Eftmd.	

Neden for Undertegned
tör nokindestaa for Jagt-
tagelsens Rigtighed med
Undtagelse af Vinter-
maanederne, hvordet som
oftest Elev höist van-
skeligt, for Driv- og
Tyndisens Skyld, atfaa
nöie Kjendning af Lav-
vande ligesom det var Til-
føldet med Höivande
for Fiskantens Skyld.

TABLE (continued).

Datum.	Höivande.		Klokkeslet Formiddag eller Eftermiddag.	Lavvande.		Klokkeslet Formiddag eller Eftermiddag.	Anmærkninger.
	Fod.	Tommer.		Fod.	Tommer.		
1864. Marts 13.	7	6	Kl. 10.47 Frmd.	under 0		Kl. 4.52 Eftmd.	
			Kl. 11.39 Frmd.	under 0	3	Kl. 5.44 Eftmd.	
14.	7	0	Kl. 12.29 Eftmd.	under 0	9	Kl. 6.34 Frmd.	
15.	6	7	Kl. 1.18 Eftmd.	over 0	3	Kl. 7.23 Frmd.	
16.	6	2	Kl. 2. 4 Eftmd.	over 0	0	Kl. 8. 9 Frmd.	
17.	5	9	Kl. 2.50 Eftmd.	over 0	6	Kl. 8.54 Frmd.	
18.	5	4	Kl. 3.33 Eftmd.	over 0	0	Kl. 9.38 Frmd.	
19.	5	10	Kl. 4.15 Eftmd.	over 0	10	Kl. 10.20 Frmd.	
20.	6	4	Kl. 5 Eftmd.	over 0	3	Kl. 11. 3 Frmd.	
21.	6	9	Kl. 5.40 Eftmd.	under 0	2	Kl. 11.45 Frmd.	
22.	7	2	Kl. 6.25 Frmd.	under 0	4	Kl. 12.30 Eftmd.	
23.	7	7	Kl. 6.15 Frmd.	under 0	10	Kl. 12.39 Eftmd.	
24.	8	0	Kl. 7.15 Frmd.	under 0	5	Kl. 1.20 Eftmd.	
25.	8	4	Kl. 7.57 Frmd.	under 0	1	Kl. 2. 2 Eftmd.	
26.	7	11	Kl. 8.50 Frmd.	under 0	8	Kl. 2.52 Eftmd.	
27.	7	6	Kl. 9.39 Frmd.	under 0	3	Kl. 3.44 Eftmd.	
28.	7	1	Kl. 10.34 Frmd.	under	10	Kl. 4.39 Eftmd.	
29.	6	8	Kl. 11.30 Frmd.	under 0	5	Kl. 5.35 Eftmd.	
30.	6	8	Kl. 12.26 Eftmd.	over 0	0	Kl. 6.31 Frmd.	
31.	5	11	Kl. 1.15 Eftmd.	over 0	5	Kl. 7.20 Frmd.	
April 1.	5	6	Kl. 2.13 Eftmd.	over 0	10	Kl. 8.18 Frmd.	
2.	5	10	Kl. 3.12 Eftmd.	over 0	6	Kl. 9.17 Frmd.	
3.	6	4	Kl. 4. 5 Eftmd.	under 0	0	Kl. 10.10 Frmd.	
4.	6	9	Kl. 5 Eftmd.	under 0	2	Kl. 11. 4 Frmd.	
5.	7	3	Kl. 6.52 Eftmd.	under 0	6	Kl. 11.57 Frmd.	
6.	7	8	Kl. 7.46 Frmd.	under 0	0	Kl. 12.51 Eftmd.	
7.	8	0	Kl. 7.57 Frmd.	under 0	5	Kl. 1.45 Eftmd.	
8.	8	4	Kl. 8.36 Frmd.	under 0	10	Kl. 2.39 Eftmd.	
9.	7	11	Kl. 9.28 Frmd.	under 0	5	Kl. 3.33 Eftmd.	
10.	7	6		1	0		

TABLE (continued).

Datum.	Höivande.		Klokkeslet Formiddag eller Eftermiddag.	Lavvande.		Klokkeslet Formiddag eller Eftermiddag.	Anmærkninger.
	Fod.	Tommer.		Fod.	Tommer.		
1864. April 11.	7	1	Kl. 10.20 Frmd.	under 0		Kl. 4.25 Eftmd.	
12.	6	8	Kl. 11.10 Frmd.	under 0	7	Kl. 5.15 Eftmd.	
13.	6	3	Kl. 12. 1 Eftmd.	over 0	2	Kl. 6. 3 Frmd.	
14.	5	11	Kl. 12.50 Eftmd.	over 0	3	Kl. 6.49 Frmd.	
15.	5	6	Kl. 1.30 Eftmd.	over 0	8	Kl. 7.33 Frmd.	
16.	5	1	Kl. 2.11 Eftmd.	over 0	1	Kl. 8.16 Frmd.	
17.	5	6	Kl. 2.54 Eftmd.	over 0	6	Kl. 8.59 Frmd.	
18.	5	11	Kl. 3.36 Eftmd.	over 0	1	Kl. 9.41 Frmd.	
19.	6	5	Kl. 4.20 Eftmd.	over 0	7	Kl. 10.25 Frmd.	
20.	6	11	Kl. 5. 5 Eftmd.	under 0	1	Kl. 11.10 Frmd.	
21.	7	4	Kl. 5.54 Eftmd.	under 0	6	Kl. 11.57 Frmd.	
22.	7	9	Kl. 6.42 Frmd.	under 0	0	Kl. 12.47 Eftmd.	
Mai 21.	7	4	Kl. 5.33 Eftmd.	under 0	6	Kl. 11.30 Frmd.	
22.	7	8	Kl. 6.20 Frmd.	under 0	4	Kl. 12.25 Eftmd.	
23.	7	10	Kl. 7.18 Frmd.	under 0	8	Kl. 1.22 Eftmd.	
24.	8	2	Kl. 8.15 Frmd.	under 0	0	Kl. 2.20 Eftmd.	
25.	7	6	Kl. 9.13 Frmd.	under 0	0	Kl. 3.18 Eftmd.	
26.	6	0	Kl. 10. 9 Frmd.	under 0	6	Kl. 4.14 Eftmd.	Sönden Storm.
27.	5	7	Kl. 11. 3 Frmd.	under 0	10	Kl. 5. 3 Eftmd.	
28.	5	4	Kl. 12. 1 Eftmd.	under 0	6	Kl. 6 Frmd.	
29.	5	0	Kl. 12.57 Eftmd.	under 0	4	Kl. 6.51 Frmd.	
30.	5	0	Kl. 1.47 Eftmd.	under 0	6	Kl. 7.41 Frmd.	
31.	5	6	Kl. 2.40 Eftmd.	under 0	7	Kl. 8.32 Frmd.	Heraf sees at Lavvande idenne Tid er betydeliger end Höivande, nemlig forholdsmæssig.
Juni 1.	6	4	Kl. 3.30 Eftmd.	under 0	0	Kl. 9.24 Frmd.	
2.	7	0	Kl. 4.21 Eftmd.	under 0	6	Kl. 10.16 Frmd.	Sönden Storm.
3.	7	5	Kl. 5.15 Eftmd.	under 0	0	Kl. 11.10 Frmd.	Sönden Storm.
4.	7	6	Kl. 5.58 Frmd.	under 0	2	Kl. 12. 3 Eftmd.	
5.	6	6	Kl. 6.50 Frmd.	under 0	4	Kl. 12.56 Eftmd.	
6.	6	0	Kl. 7.32 Frmd.	under 0	9	Kl. 1.47 Eftmd.	Her bemærkes, hvad derforøvrigt er bekjenett, at Vandstanden med ny-

TABLE (continued).

Datum.	Höivande.		Klokkeslet Formiddag eller Eftermiddag.	Lavvande.		Klokkeslet Formiddag eller Eftermiddag.	Anmærkninger.
	Fod.	Tommer.		Fod.	Tommer.		
1864. Juni	7.	6	6	Kl. 8.22 Frmd.	under 0	Kl. 2.35 Eftmd.	og fuld-Maane og et par Dage derefter, er langt betydeligere om Aftenen end om Morgen, altsaa Höivande höiere og Lav- vande lavere.
	8.	6	5	Kl. 9.17 Frmd.	under 0	Kl. 3.22 Eftmd.	
	9.	6	0	Kl. 10 Frmd.	over 0	Kl. 4. 6 Eftmd.	
	10.	5	0	Kl. 10.45 Frmd.	over 0	Kl. 4.49 Eftmd.	
	11.	5	2	Kl. 11.34 Frmd.	over 0	Kl. 5.31 Eftmd.	
	12.	5	4	Kl. 12.10 Eftmd.	over 0	Kl. 6. 8 Frmd.	
	13.	5	10	Kl. 12.58 Eftmd.	over 0	Kl. 6.56 Frmd.	
	14.	5	4	Kl. 2.20 Eftmd.	over 0	Kl. 7.40 Frmd.	
	15.	5	4	Kl. 3 Eftmd.	over 0	Kl. 8.27 Frmd.	
	16.	5	6	Kl. 3.45 Eftmd.	over 0	Kl. 9.17 Frmd.	
	17.	6	11	Kl. 4.30 Eftmd.	under 0	Kl. 10. 9 Frmd.	
	18.	7	4	Kl. 5.15 Eftmd.	under 0	Kl. 11. 8 Frmd.	
	19.	7	9	Kl. 6. 5 Eftmd.	under 0	Kl. 11.56 Frmd.	
	20.	7	3	Kl. 6.41 Frmd.	under 0	Kl. 12.46 Eftmd.	
	21.	6	9	Kl. 7.29 Frmd.	under 0	Kl. 1.35 Eftmd.	
	22.	6	5	Kl. 8.5 Frmd.	under 0	Kl. 2.10 Eftmd.	
	23.	6	2	Kl. 9 Frmd.	under 0	Kl. 3. 1 Eftmd.	
	24.	6	0	Kl. 9.50 Frmd.	under 0	Kl. 3.56 Eftmd.	
	25.	6	0	Kl. 10.36 Frmd.	under 0	Kl. 4.45 Eftmd.	
	26.	5	9	Kl. 11.28 Frmd.	over 0	Kl. 5.39 Eftmd.	
	27.	5	5	Kl. 12.25 Eftmd.	over 0	Kl. 6.30 Frmd.	
	28.	5	1	Kl. 1.16 Eftmd.	over 0	Kl. 7.21 Frmd.	
	29.	5	6	Kl. 2.10 Eftmd.	over 0	Kl. 8.12 Frmd.	
	30.	6	3	Kl. 3.10 Eftmd.	over 0	Kl. 9. 4 Frmd.	
Juli	1.	6	8	Kl. 3.58 Eftmd.	over 0	Kl. 9.57 Frmd.	
	2.	6	10	Kl. 4.50 Eftmd.	under 0	Kl. 10.49 Frmd.	
	3.	7	1	Kl. 5.45 Eftmd.	under 0	Kl. 11.40 Frmd.	
	4.	6	0	Kl. 6.25 Frmd.	under 0	Kl. 12.29 Eftmd.	
	5.	6	0	Kl. 7.12 Frmd.	under 0	Kl. 1.17 Eftmd.	

TABLE (continued).

Datum.	Höivande.		Klokkeslet Formiddag eller Eftermiddag.	Lavvande.		Klokkeslet Formiddag eller Eftermiddag.	Anmærkninger.
	Fod.	Tommer.		Fod.	Tommer.		
1864. Juli	6.	6	0	Kl. 7.58	under 0	Kl. 2. 2	
				Frmd.	1	Eftmd.	
				Kl. 8.40	under	Kl. 2.45	
	7.	5	10	Frmd.	0	Eftmd.	
				Kl. 9.20	under 0	Kl. 3.27	
	8.	5	5	Frmd.	0	Eftmd.	
				Kl. 10. 5	over 0	Kl. 4. 9	
	9.	5	3	Frmd.	0	Eftmd.	
				Kl. 11	over 0	Kl. 4.51	
	10.	5	4	Frmd.	0	Eftmd.	
				Kl. 11.40	over 0	Kl. 5.34	
	11.	5	4	Frmd.	0	Eftmd.	
				Kl. 12.20	over 0	Kl. 6.19	
	12.	5	2	Eftmd.	0	Frmd.	
				Kl. 1. 2	over 0	Kl. 7. 7	
	13.	5	4	Eftmd.	0	Frmd.	
				Kl. 1.53	over 0	Kl. 7.58	
	14.	5	8	Eftmd.	0	Frmd.	
				Kl. 2.57	over 0	Kl. 8.52	
	15.	6	2	Eftmd.	0	Frmd.	
				Kl. 3.55	under 0	Kl. 9.50	
	16.	6	6	Eftmd.	0	Frmd.	
				Kl. 4.49	under 0	Kl. 10.49	
	17.	7	0	Eftmd.	0	Frmd.	
				Kl. 5.40	under 0	Kl. 11.40	
	18.	7	6	Eftmd.	1	Frmd.	
				Kl. 6.35	under 0	Kl. 12.30	
	19.	8	0	Frmd.	1	Eftmd.	
				Kl. 6.58	under 0	Kl. 12.58	
	20.	7	8	Frmd.	1	Eftmd.	
				Kl. 7.42	under 0	Kl. 1.45	
	21.	7	10	Frmd.	2	Eftmd.	
				Kl. 8.35	under 0	Kl. 2.40	
	22.	7	10	Frmd.	2	Eftmd.	
				Kl. 9.28	under 0	Kl. 3.33	
	23.	7	8	Frmd.	1	Eftmd.	
				Kl. 10.20	under 0	Kl. 4.26	
	24.	7	4	Frmd.	1	Eftmd.	
				Kl. 11.12	under 0	Kl. 5.17	
	25.	7	0	Frmd.	1	Eftmd.	
				Kl. 12.15	under 0	Kl. 6. 9	
	26.	6	4	Eftmd.	0	Frmd.	
				Kl. 12.58	under 0	Kl. 7. 1	
	27.	5	10	Eftmd.	0	Frmd.	
				Kl. 1.43	over 0	Kl. 7.54	
	28.	6	2	Eftmd.	0	Frmd.	
				Kl. 2.49	under	Kl. 8.45	
	29.	6	5	Eftmd.	0	Frmd.	
				Kl. 3.40	under 0	Kl. 9.36	
	30.	6	7	Eftmd.	0	Frmd.	
				Kl. 4.30	under 0	Kl. 10.26	
	31.	6	7	Eftmd.	0	Frmd.	
				Kl. 5.20	under 0	Kl. 11.13	
Aug. 1.	6	9		Eftmd.	1	Frmd.	
				Kl. 6. 4	under 0	Kl. 11.59	
2.	6	10		Eftmd.	1	Frmd.	
				Kl. 6.54	under 0	Kl. 12.43	
3.	6	11		Frmd	1	Eftmd.	

TABLE (continued).

Datum.	Höivande.		Klokkeslet Formiddag eller Eftermiddag.	Lavvande.		Klokkeslet Formiddag eller Eftermiddag.	Anmærkninger.
	Fod.	Tommer.		Fod.	Tommer.		
1864. Aug. 4.	6	11	Kl. 7.48 Frmd.	under 0 1	4	Kl. 1.26 Eftmd.	
5.	6	9	Kl. 8. 2 Frmd.	under 0 1	2	Kl. 2. 7 Eftmd.	
6.	6	7	Kl. 8.45 Frmd.	under 0 0	10	Kl. 2.49 Eftmd.	
7.	6	1	Kl. 9.30 Frmd.	under 0 0	5	Kl. 3.31 Eftmd.	
8.	5	10	Kl. 10.10 Frmd.	under 0 0	2	Kl. 4.15 Eftmd.	
9.	5	8	Kl. 10.50 Frmd.	over 0 0	1	Kl. 5. 0 Eftmd.	
10.	5	7	Kl. 11.40 Frmd.	over 0 0	2	Kl. 5.49 Eftmd.	
11.	5	4	Kl. 12.45 Eftmd.	over 0 0	3	Kl. 6.40 Frmd.	
12.	5	3	Kl. 1.36 Eftmd.	over 0 0	4	Kl. 7.34 Frmd.	
13.	5	6	Kl. 2.31 Eftmd.	over 0 0	3	Kl. 8.28 Frmd.	
14.	6	4	Kl. 3.34 Eftmd.	under 0 0	1	Kl. 9.30 Frmd.	
15.	7	0	Kl. 4.33 Eftmd.	under 0 0	4	Kl. 10.29 Frmd.	
16.	7	9	Kl. 5.30 Eftmd.	under 0 0	9	Kl. 11.27 Frmd.	
17.	6	2	Kl. 6.19 Frmd.	under 0 1	3	Kl. 12.24 Eftmd.	
18.	6	9	Kl. 6.30 Frmd.	under 0 2	0	Kl. 1.25 Eftmd.	
19.	7	1	Kl. 7.15 Frmd.	under 0 2	6	Kl. 1.30 Eftmd.	
20.	7	1	Kl. 8.10 Frmd.	under 0 2	5	Kl. 2.15 Eftmd.	
21.	6	9	Kl. 9. 4 Frmd.	under 0 2	0	Kl. 3. 9 Eftmd.	

Efter Ønske bemærkes umgang for Alle, at Floden og Ebben løber fra Syd til Nord.

Frederiksdal, den 22^{de} August 1864.

M. A. ASBØE, Missionær.

APPENDIX to Part II. *On the Semidiurnal Tides of Port Leopold, North Somerset.*

An error has occurred in my account of the Semidiurnal Tides of Port Leopold, Transactions of the Royal Society, vol. cliii. p. 256, which I am desirous to correct.

In Table I., the last column is headed "Moon's Hour-Angle," whereas it ought to be "Moon's Hour-Angle East of Sun." In copying the Table from my note-book this error occurred, and has led to some inaccuracies in the subsequent part of my paper which ought to be corrected.

The Moon's Hour-Angle, which should be used in the calculations, is found by subtracting the means of the second and fourth columns. Thus

$$\left. \begin{array}{l} \text{Mean Hour-Angle of Moon at time of} \\ \text{Maximum Spring Tide Ranges} \end{array} \right\} = 1^{\text{h}} 4^{\text{m}} - 2^{\text{h}} 2^{\text{m}} = -0^{\text{h}} 58^{\text{m}}.$$

The same error occurs in Table II. p. 257; and its correction is similar, viz.,

$$\left. \begin{array}{l} \text{Mean Hour-Angle of Moon at time of} \\ \text{Minimum Neap Tide Ranges} \end{array} \right\} = 6^{\text{h}} 50^{\text{m}} - 7^{\text{h}} 48^{\text{m}} = -0^{\text{h}} 58^{\text{m}}.$$

This is the value of the Lunitidal interval (found without calculation), which may be safely used in the subsequent calculations. The corresponding value of the Solitidal interval is found by taking the means of the second columns of Tables I. and II., and is found to be $+0^{\text{h}} 57^{\text{m}}$, a quantity differing little from that found by calculation in p. 259, viz. $+0^{\text{h}} 56^{\text{m}} 20^{\text{s}}$.

The Lunar Semidiurnal Tide, cleared of parallax, is

$$2M \cos^2 \bar{\mu} \cos 2(m - i_m);$$

and its maximum and minimum ranges are (p. 260) 4.62 ft. and 4.23 ft.

The minimum is attained at Solstitial Springs and Equinoctial Neaps, which, from Tables I. and II., are

June 21 ^d 0 ^h 30 ^m	Moon's declination 18° 51' N.
April 1 7 0	Moon's declination 16 33 N.
	Mean . . 17 42;

and the maximum is attained at Solstitial Neaps and Equinoctial Springs, which, from Tables I. and II., are

June 29 ^d 8 ^h 0 ^m	Moon's declination 9° 2' N.
March 26 1 30	Moon's declination 8 24 N.
	Mean . . 8 43

Using these values in the expression for the Lunar Semidiurnal Tide (assuming $m=i_m$), we find

$$2M=4.23 \times \cos^2(17^\circ 42'),$$

$$2M=4.62 \times \cos^2(8^\circ 43');$$

from which we find

$$2M=4.66$$

$$2M=4.72$$

$$\text{Mean}=4.69 \text{ ft.}$$

This value of $2M$, the lunar coefficient, should be substituted for that found in p. 260, viz. 4.309 ft., and used in the subsequent calculations of pp. 261, 262. The corrected results stand thus:—

1. Value of $\frac{S}{M}=0.3635$.
2. Mass of Moon= $\frac{1}{65.35}$.
3. Mean depth of sea from Heights=9.84 miles.
4. Mean depth of sea from Times =2.71 miles.